

VPLYV VLASTNOSTÍ BENTONITU NA TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI ZLIEVARENSKÝCH BENTONITOVÝCH ZMESÍ

INFLUENCE OF BENTONITE PROPERTIES TO TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FOUNDRY MIXTURES

I.VASKOVÁ¹, A.PRIBULOVÁ², P.FUTÁŠ³, J.MALIK⁴

ABSTRAKT: Bentonitové íly, ich štruktúra zloženia a vlastnosti výrazne vplývajú na vlastnosti formovacích zmesí, ktoré následne ovplyvňujú povrchovú a do značnej miery aj vnútornú kvalitu odliatkov. Dôležité sú však vlastnosti všetkých základných surovín bentonitových formovacích zmesí, t.j. ostriva, spojiva, prísad a znalosť ich vzájomného pôsobenia pri príprave a spracovaní formovacej zmesi, ako aj znalosť vzájomného pôsobenia formy pri styku s tekutým kovem.

ABSTRACT: Compounds structure of bentonite clays and their properties have expressive influence to technological properties of moulding mixtures. The technological mixtures properties affect casts quality – inside and surface defects. The properties of the basic bentonite moulding mixture components (opening material, binder, additives) are very important, same as knowledges of their mutual interaction in the process of preparation and forming of moulding mixtures. It is not less important knowledge of mutual interaction when liquid metal contacts as mould, as well.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: bentonitové formovacie zmesi, spojivo, ostrivo, technologické vlastnosti

KEYWORDS: bentonite moulding mixtures, binder, opening material, technological properties

1 ÚVOD

Bentonit je ílové zlievarenské spojivo, ktoré obsahuje minimálne 75 % montmorillonitického minerálu. Zvyšok predstavujú ďalšie aluminosilikáty, hlavne kaolinit a illit, glaukonit, chlorit, vermikulit, kremeň, anatas, ďalej sa objavujú úlomky starších hornín, ako kremenca, pieskovca, odvápnené íly, ruly[1]. Všetky uvedené minerály a horniny, ktoré sa môžu vyskytovať v bentonite, sú považované za škodliviny, negatívne ovplyvňujú technologické vlastnosti, ktoré závisia od prítomnosti montmorillonitu. Preto sa bentonity z rôznych lokalít od seba tak výrazne líšia a len 30 % celosvetovej produkcie sa využíva pre zlievarenské účely. Ako zlievarenské spojivá sa využívajú tri skupiny ílovitých minerálov:

¹ Ing. Iveta Vasková, PhD., – Katedra metalurgie železa a zlievarenstva, HF, TU, Košice, Slovakia

² Doc. Ing. Alena Pribulová, CSc. – Katedra metalurgie železa a zlievarenstva, HF, TU, Košice, Slovakia

³ Ing. Peter Futáš, PhD., – Katedra metalurgie železa a zlievarenstva, HF, TU, Košice, Slovakia

⁴ Doc. Ing. Jozef Malik, CSc., – Katedra metalurgie železa a zlievarenstva, HF, TU, Košice, Slovakia

1.fly illitické (najrozšírenejšie spojivo v prírodných pieskoch)

2.fly kaolinitické (patria k vysoko žiaruvzdorným ílom, spojivo šamotových zmesí na sušenie - vypaľovanie)

3.fly montmorillonitické (smektity, tvoria hlavnú časť bentonitov, bentonitové zmesi na surovo) [2].

Montmorillonit má typickú trojvrstvovú štruktúru, medzi dvoma silikátovými tetraédrami $[\text{SiO}_4]^{4-}$ sa nachádza gibbsitový oktaéder $(\text{AlO}_6)^-$. V oktaédroch a tetraédroch sú atómy viazané relatívne pevnými kovalentnými väzbami a jednotlivé vrstvy sú potom viazané slabými van der Waalsovými silami

2 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ A ANALÝZA VÝSLEDKOV

Cieľom experimentov bolo:

- určiť závislosti technologických vlastností bentonitových formovacích zmesí od stupňa jemnosti mletia bentonitu
- zhodnotiť vplyv dĺžky miešania bentonitových zmesí pri rôznej jemnosti mletia bentonitu na výsledné pevnostné charakteristiky formovacích zmesí

Používané materiály:

Pre všetky experimenty bolo používané ostrivo z lokality Šajdíkové Humence, označenie piesku ŠH 27 ($d_{50} = 0,27\text{mm}$). Ako spojivo bol použitý horečnato - vápenatý bentonit z lokality Jelšový potok, vzorky ktorého boli rôzne mleté: $>200\text{ }\mu\text{m}$, $>100\text{ }\mu\text{m}$, $<45\text{ }\mu\text{m}$, $<30\text{ }\mu\text{m}$, $<10\text{ }\mu\text{m}$. Chemické zloženie je uvedené v tab.1

Tab. 1 – Chemické zloženie bentonitu

Zložka	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	Fe celk	CaO	MgO	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$
Obsah [%]	65,96	19,20	2,71	0,431	2,23	2,80	5,20	3,43

K získaniu potrebných výsledkov boli stanovované technologické vlastnosti, – pevnosť v tlaku za surova- vaznosť, pevnosť v štepe, priedušnosť, pevnosť v kondenzačnej zóne vody.

Pri zisťovaní závislosti technologických vlastností bentonitových formovacích zmesí od stupňa jemnosti mletia bentonitu boli namiešané formovacie zmesi s jednotlivými bentonitmi, upravené na spechovateľnosť, zodpovedajúcu vlhkostiam 3 % a 10 %. Skúmané formovacie zmesi boli pripravené pri rovnakom zložení a miešané 5 minút:

- 100 hmotnostných % kremenné ostrivo Š27ŠH, $d_{50} 0,27\text{mm}$
- 7 hmotnostných % bentonitové spojivo
- voda

Namerané výsledky sú uvedené v tab. 2 a v tab. 3.

Tab. 2- Namerané hodnoty technologických vlastností FZ pri rôznej jemnosti mletia bentonitu (spechovateľnosť 46%)

[μm]	Väznosť [kPa]	Pevnosť v štepe [kPa]	Štep/väznosť x 100 [%]	Pevnosť v KZ [kPa]	Pevnosť v tlaku po vysušení [MPa]	Priedušnosť [j.p.SI]	Termostabilita [%]
>200	70	19	27	0,25	0,51	217	55,7
>100	72	19	26	0,26	0,41	230	69
<45	80	20	25	0,24	0,53	250	73,7
<30	88	22	25	0,27	0,46	259	75
<10	122	30	25	0,25	0,33	246	78

Tab.3- Namerané hodnoty technologických vlastností BFZ pri zvýšenom prevlhčení a rôznej jemnosti mletia bentonitu

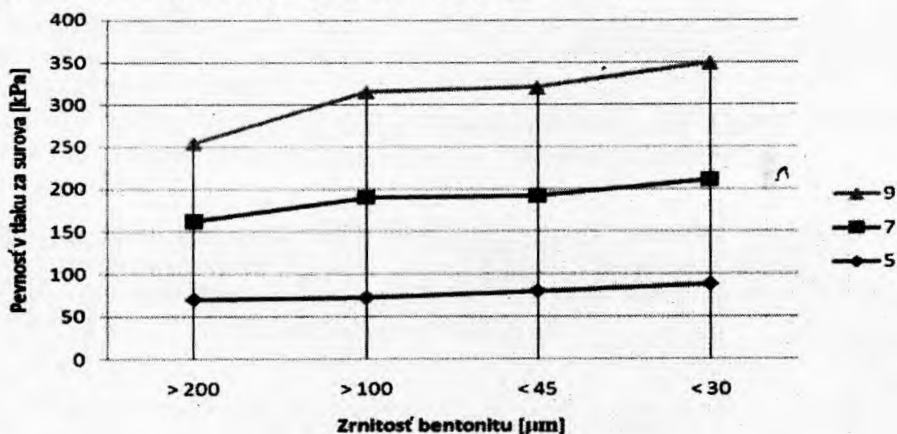
[μm]	Väznosť [kPa]	Pevnosť v štepe [kPa]	Štep/väznosť x 100 [%]	Pevnosť v KZ [kPa]	Pevnosť v tlaku po vysušení [MPa]	Priedušnosť [j.p.SI]
> 200	40	15	37	0,25	2	87
> 100	54	15	28	0,26	2	79
< 45	55	15	27	0,25	2	74
<30	55	18	33	0,28	0,1,8	114
< 10	93	27	29	0,28	0,25	164

Namerané výsledky potvrdili teoretický predpoklad, že s rastom jemnosti mletia bentonitu rastie väznosť BFZ. Rozdiely vo väznosti zmesi pri veľkosti zrna >200 μm až <30 μm, nie sú také výrazné, výraznejší je až nárast pevnosti pri jemnosti bentonitu < 10 μm. Pri zvýšenom prevlhčení vidíme nižšiu pevnosť zmesi. Ak vyjadríme rozdiely vo väznosti zmesi v percentách, tak rozdiel medzi veľkosťou zrna >200 μm a <10 μm je pri nižšej vlhkosti 74% a pri prevlhčení až 132%, čo predstavuje výrazný nárast pevnostných vlastností formovacej zmesi. Pevnosť v štepe hovorí o reálnych väzobných vlastnostiach FZ. K deštrukcii dochádza ťahom. Táto skúška potvrdila výsledky merania pevnosti v tlaku za surova. S jemnosťou mletia pevnosť v štepe rástla. Opäť je málo výrazný rozdiel medzi hrubozrnejšími frakciami, výrazný nárast badať pri zrnitosti < 10 μm. Môžeme pozorovať menší rozdiel medzi v hodnotách, v závislosti od prevlhčenia. Percentuálny rozdiel v štiepnej pevnosti FZ pripravenej z najhrubšie mletého bentonitu a bentonitu najjemnejšieho predstavuje pri 45 % spechovateľnosti 58% a pri zvýšenom prevlhčení 80%. Pevnosť v tlaku po vysušení je východisková pevnosť pri styku tekutého kovu s formou. Táto skúška hodnotí schopnosť FZ rozpadáť sa pri vytĺkaní odliatkov z foriem. Z výsledkov nevyplýva jednoznačný záver ohľadom jemnosti mletia, aj keď najvýhodnejšie hodnoty boli namerané pri FZ s najjemnejšie mletým bentonitom. Taktiež vplyv jemnosti bentonitu na pevnosť v ťahu v KZ nie je taký výrazný ako pri predchádzajúcich skúškach, môžeme však pozorovať mierny nárast pevnosti v KZ s rastom jemnosti zrna. Termostabilita je vyjadrená v % väznosti, stanovenej na vzorke bentonitu tepelne upraveného k väznosti toho istého bentonitu tepelne neupraveného. Najvyššia hodnotu termostability bola nameraná pri FZ s bentonitom o frakcii < 10 μm

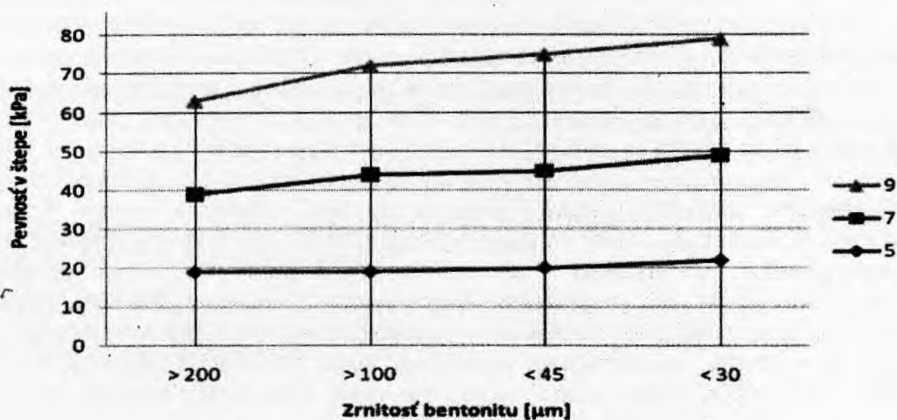
.Zhodnotením nameraných výsledkov môžeme konštatovať pozitívny vplyv zvyšovania jemnosti mletia (zrnitosti) bentonitového spojiva na vybrané technologické vlastnosti BFZ. Výrazný pozitívny vplyv badať u pevnostných vlastností zmesí. Najpriaznivejšie výsledky technologických vlastností FZ boli dosiahnuté pri použití bentonitov dvoch najjemnejších zrnitostí, t.j. $<30\text{ }\mu\text{m}$ a $<10\text{ }\mu\text{m}$.

Pomer pevnosti v štepe k pevnosti v tlaku je meradlom optimálnych vlastností zmesi a kvality a množstva bentonitu. Čím je tento pomer nižší, tým je zmes pre zhusťovanie krehkejšia, menej húževnatá. Krehkosť zmesi môže byť výrazne ovplyvnená najmä obsahom latentného (zle rozmiešaného) bentonitu. Preto je ďalšia časť práce venovaná sledovaniu vplyvu rastu času miešania FZ na tento pomer.

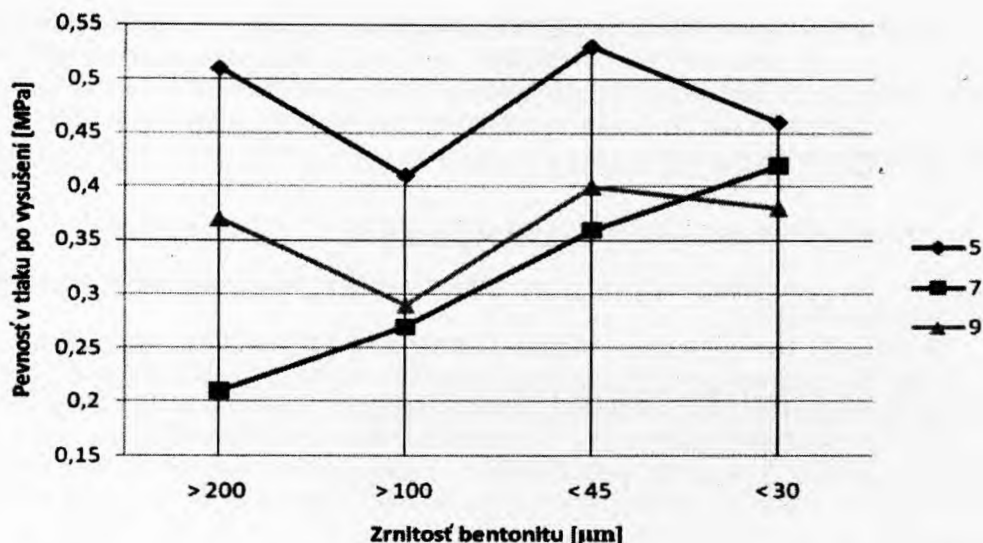
Výsledky pevnostných vlastností, pri ktorých bol overený vplyv zvýšenia času miešania na 7 a 9 min, sú vynesené v grafických závislostiach na obr. 1 – 3.



Obr. 1 - Vplyv času miešania na väznosť zmesí pri použití rôznej jemnosti mletia (zrnitosti) bentonitu



Obr. 2 - Vplyv času miešania na pevnosť v štepe zmesí pri použití rôznej jemnosti mletia (zrnitosti) bentonitu



Obr. 3 - Vplyv času miešania na pevnosť v tlaku po vysušení zmesi pri použití rôznej jemnosti mletia (zrnitosti) bentonitu

Z výsledkov, graficky znázornených na obr.1 vidíme, že najnižšia hodnota väznosti, bola nameraná pri zmesi s najhrubšou frakciou (>200 µm) a pri najkratšom čase miešania. Naopak najvyššia hodnota väznosti bola nameraná pri najjemnejšom bentonite a najdlhšom čase miešania, čo sa dalo očakávať, keďže s rastúcim časom miešania sa dosiahne kvalitnejšie nabalenie bentonitu na povrch kremenného ostriva. Čiže najvyšší nárast väznosti bol nameraný u najjemnejších bentonitov (<45, <30).

Najvyššie hodnoty štiepnej pevnosti boli dosiahnuté, podobne, ako pri pevnosti v tlaku za surova, pri najjemnejšej zrnitosti a najdlhšom čase miešania (obr.2). Na porovnanie nebol dodaný najjemnejší bentonit (<10 µm), ktorý poskytoval najlepšie výsledky pevnostných vlastností zmesi. Rast pevnosti v štepe je spôsobený aktivovaním spojivových schopností bentonitu (kvalitnejšie dispergovanie a nabalenie bentonitu). Pri hodnotení tejto technologickej charakteristiky vidíme, že veľkosť zrna má menší vplyv ako čas miešania.

Je pozorovaný pokles tlaku po vysušení s časom miešania u všetkých zrnitosti bentonitu (obr.3). Pri najnižšom čase miešania pevnosť s rastom jemnosti mletia kolíše a má skôr pozitívnu tendenciu. Pri zvýšenej dobe miešania na 7 a 9 min sa situácia obrátila a najvyššie pevnosti boli namerané pri FZ s jemnejšími bentonitmi [3].

3 ZÁVER

Kvalita odliatku je podmienená kvalitou formovacej zmesi. Kvalita formovacej zmesi je ovplyvnená hlavne kvalitou vstupných surovín (bentonit, kremenný piesok, prísady a pod.) a prípravy FZ. Kvalita formovacej zmesi sa určuje na základe technologických skúšok, výsledkom ktorých sú konkrétne porovnateľné hodnoty.

Táto práca je zameraná na hodnotenie vplyvu kvality vstupnej suroviny, konkrétne kvality bentonitu z pohľadu jeho zrnitosti na technologické vlastnosti BFZ. Taktiež je sledovaný aj vplyv kvality prípravy zmesi konkrétne z pohľadu dĺžky času miešania formovacej zmesi.

Cieľom experimentov bolo pripraviť takú formováciu zmes, ktorá maximálne využije spojivové schopnosti bentonitu. Vývoj spojivosti je závislý hlavne od vzájomnej príľnavosti kryštálov bentonitu za spoluúčasti vody (napučanie bentonitu v dôsledku väzby molekúl vody na povrch kryštálov montmorillonitu) a od schopnosti bentonitu dispergovať a nabaľovať sa na povrch kremenných zŕn.

4 LITERATURA

- [1] ČÍČEL, B. a kol.: Mineralógia a krystalochémia ílov. Vydavateľstvo slovenskej akadémie vied, bratislava, 1981
- [2] JELÍNEK, P. : Bentonitové jíly, struktúra, vlastnosti a použití jako slévarenská pojiva, 7. Prezentace bentonitových a šamotových výrobků pro slévárenství, svinčice u mostů, 2003
- [3] VASKOVÁ, I.- FUTÁŠ, P.- MALIK, J.: Vplyv frakčnej skladby bentonitu na technologické vlastnosti bentonitových zmesí. In: Technologické inžinierstvo, Žilina, 2008